

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-73126

(43) 公開日 平成10年(1998)3月17日

(51) Int. Cl. ⁶
F16C 17/04

識別記号

F I
F16C 17/04

A

審査請求 未請求 請求項の数 9 FD (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平8-247009

(22) 出願日 平成8年(1996)8月29日

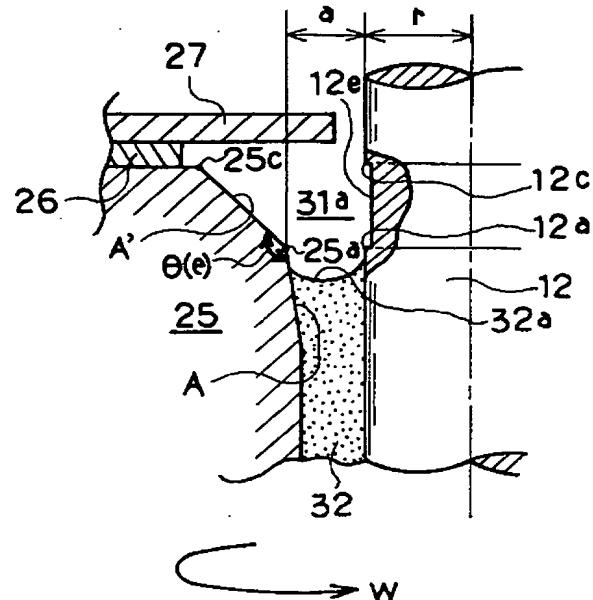
(71) 出願人 000002233
株式会社三協精機製作所
長野県諏訪郡下諏訪町5329番地
(72) 発明者 能勢 保
長野県諏訪郡下諏訪町5329番地 株式会社
三協精機製作所内
(72) 発明者 五明 正人
長野県諏訪郡下諏訪町5329番地 株式会社
三協精機製作所内
(72) 発明者 早川 正通
長野県諏訪郡下諏訪町5329番地 株式会社
三協精機製作所内
(74) 代理人 弁理士 後藤 隆英

(54) 【発明の名称】動圧軸受装置

(57) 【要約】

【課題】 簡易で低コストな構造で、潤滑剤32の外部漏れを良好に防止しつつ長寿命化を図り、動圧軸受装置の信頼性を飛躍的に向上させることを可能とする。

【解決手段】 動圧軸受部の隙間を形成する軸12及び外筒22の少なくとも一方側に、撥油機能を有する角部25a, 25cを潤滑剤32の気液界面32aより外側部位に設け、この角部の表面張力作用によって毛細管シール部31aの傾斜壁面に沿って流出しようとする潤滑剤32を角部25a, 25cにおいて保持し、毛細管シール部31aのシール機能を良好に維持するように構成したもの。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 軸の外周側に所定の隙間を介して外筒が嵌合され、これら軸と外筒との間の隙間に潤滑剤が介在されて動圧軸受部が形成され、当該動圧軸受部により上記軸と外筒とが相対的に回転可能に支持される動圧軸受装置において、

上記軸と外筒との間の隙間における前記動圧軸受部の外側部位に、上記隙間を外側に向って連続的に拡大してなる毛細管シール部が設けられているとともに、前記動圧軸受部から毛細管シール部にかけて潤滑剤が連続的に充填されて該潤滑剤の気液界面が上記毛細管シール部内に形成され、かつ、

前記隙間を画成する軸及び外筒の少なくとも一方側における上記気液界面より外側の部位に、撥油機能を有する角部が全周に設けられていることを特徴とする動圧軸受装置。

【請求項 2】 請求項 1 記載の角部の内角を θ (e) 、軸の外周面と角部との間における半径方向の距離を a 、軸の半径を r 、軸と外筒との相対回転角速度を ω としたとき、上記角部が、

$$50/a^2 \cdot (1 + \cos \theta (e)) > r \cdot \omega^2$$

を満足するように形成されていることを特徴とする動圧軸受装置。

【請求項 3】 請求項 1 記載の角部は、第 1 の角部と、この第 1 の角部の外側に設けられた第 2 の角部と、からなることを特徴とする動圧軸受装置。

【請求項 4】 請求項 1 記載の角部は、軸及び外筒の両側にそれぞれ設けられ、これら両角部どうしが半径方向に対向するように設けられていることを特徴とする動圧軸受装置。

【請求項 5】 請求項 1 記載の角部の外側に、潤滑剤を捕獲するための吸収布が配置されていることを特徴とする動圧軸受装置。

【請求項 6】 請求項 1 記載の角部の内角 θ (e) が、90° ないし 160° の範囲内に設定されていることを特徴とする動圧軸受装置。

【請求項 7】 請求項 1 記載の角部と、軸の外周面との間の半径方向の距離 a が、0.5 mm 以下に設定されていることを特徴とする動圧軸受装置。

【請求項 8】 請求項 4 記載の軸側の角部が、軸の外周部に凹設された環状溝の開口部の縁部から形成されていることを特徴とする動圧軸受装置。

【請求項 9】 請求項 8 記載の軸側の角部は、環状溝の開口部における一方側の縁部から形成された第 1 の角部と、上記環状溝における開口部における他方側の縁部から形成された第 2 の角部からなることを特徴とする動圧軸受装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、潤滑剤に動圧を発

生させ、その動圧により軸と外筒とを相対的に回転自在に支持するように構成した動圧軸受装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 近年、モータ等の各種装置において、特に高速回転に対応し得るようにオイル等の潤滑剤の動圧を利用した動圧軸受装置が種々検討され提案されている。この動圧軸受装置においては、軸側の動圧面と、軸の外周側に所定の隙間を介して嵌合された外筒側の動圧面とが周状に対向配置されているとともに、これら両対

向動圧面のうちの少なくとも一方側に動圧発生用溝が形成されており、上記軸と外筒との両対向面間に介在されたオイル等の所定の潤滑剤が、回転時に動圧発生用溝のポンピング作用により昇圧され、当該潤滑剤の動圧によって両部材が相対的に回転可能に支持されるようになっている。

【0003】 このように動圧軸受装置では、オイル等の潤滑剤（以下、単に潤滑剤という。）を軸受部内に有しているため、潤滑剤の外部漏れを防止するためのシール構造が必要となる。その潤滑剤のシール構造として毛細

管力を利用したものが、例えば、特開昭 58-50321 号公報、特開昭 63-167111 号公報、米国特許 5112142 号公報等において提案されている。これらに開示された毛細管力シール構造では、軸受部の外側出口部分に、軸と外筒との間の隙間を外側に向って連続的に拡大するようにシール傾斜壁面が設けられている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上述した従来の各動圧軸受構造には以下のようないわゆる問題がある。まず、特開昭 58-50321 号公報及び米国特許 5112142 号公報記載の装置では、外筒側に傾斜壁面が設けられているため、特に、高速回転時等のように遠心力が強く働いた場合には、シール傾斜壁面上にある潤滑剤が当該シール傾斜壁面に沿って吹き飛ばされてしまい、シール機能を果たさなくなることがある。特開昭 58-50321 号公報には、フッ素系の樹脂等からなる撥油剤をシール傾斜面に塗布することが開示されているが、傾斜面に対して位置精度良く塗布を行うことは困難であり、また密着力が弱いため耐久性に問題があり、さらに高価になってしまう。

【0005】 これに対して、特開昭 63-167111 号公報記載の装置のように、軸側にシール傾斜面を設けるようにすれば、上述した遠心力対策とはなるが、一般に軸は、焼き入れ SUS 等のような硬質材料から形成されるため、軸側にシール傾斜面を形成することは容易でなく、また最近のように小径の軸を用いる場合には、軸の剛性不足が顕著となって採用することができないこともある。

【0006】 そこで本発明は、簡易で低コストな構造で、潤滑剤漏れを良好に防止することができるようになされた動圧軸受装置を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】このような目的を達成するため、請求項1記載の発明では、軸の外周側に所定の隙間を介して外筒が嵌合され、これら軸と外筒との間の隙間に潤滑剤が介在されて動圧軸受部が形成され、当該動圧軸受部により上記軸と外筒とが相対的に回転可能に支持される動圧軸受装置において、上記軸と外筒との間の隙間における前記動圧軸受部の外側部位に、上記隙間を外側に向って連続的に拡大してなる毛細管シール部が設けられているとともに、前記動圧軸受部から毛細管シール部にかけて潤滑剤が連続的に充填されて該潤滑剤の気液界面が上記毛細管シール部内に形成され、かつ、前記隙間を画成する軸及び外筒の少なくとも一方側における上記気液界面より外側の部位に、撥油機能を有する角部が全周に設けられている。

【0008】このような請求項1記載の手段によれば、毛細管シール部に設けられた角部の表面張力作用によって、毛細管シール部の傾斜壁面に沿って流出しようとする潤滑剤が角部において保持され、毛細管シール部のシール機能が良好に維持されるようになっている。

【0009】すなわち、上記角部の見掛け上の接触角 θ は次式で表される。

$$\theta = \theta(f) + (180^\circ - \theta(e))$$

ここで $\theta(f)$ は、平面での潤滑剤と、角部を構成する部材との接触角であり、 $\theta(e)$ は、角部の内角である。 $\theta(f)$ は、停止時の強い毛細管力を得るために小さい方が好ましく、従って液面は大きな曲率の凹形状となることが好ましい。一方、一般に用いられる金属材料は、潤滑剤に対して良く濡れるため、上式中における第1項 $\theta(f)$ は、第2項 $(180^\circ - \theta(e))$ に比して小さくなり計算上0として差し支えない。また、 $\theta(e)$ は、理想的なエッジを有する角部と工業的に実際に得られる角部との間に差異があるものの、種々の加工条件を試した結果、バリ取り工程を経て若干の丸みを帯びた角部であっても、実用上支障がないことが確認された。むしろ、シャープなエッジを得ようとすると、円周上的一部にチッピングを起こし、そこから油漏れを生じるおそれがある。

【0010】このように、金属材料などに角部を設ければ、簡単な構造で見掛け上の接触角を上げることができ、遠心力による油膜の拡散が防止され、上述したような撥油剤を塗布する手段における、コスト、信頼性、作業性等の問題点は全て解消される。

【0011】また、請求項2記載の発明では、請求項1記載の角部の内角を $\theta(e)$ 、軸の外周面と角部との間ににおける半径方向の距離を a 、軸の半径を r 、軸と外筒との相対回転角速度を ω としたとき、上記角部が、 $50/a^2 \cdot (1 + \cos \theta(e)) > r \cdot \omega^2$ を満足するように形成されている。

【0012】すなわち、請求項1記載の毛細管シール部

に対して設けられた角部は、請求項2記載の式を満足するように設定されることによって容易かつ適正に形成される。

【0013】さらに、請求項3記載の発明では、請求項1記載の角部は、第1の角部と、この第1の角部の外側に設けられた第2の角部と、からなっている。

【0014】このように第1の角部に対して第2の角部が併用されれば、第1の角部を潤滑剤が通過してしまった場合でも、第2の角部で潤滑剤の漏れが防止されるようになっている。

【0015】さらにまた、請求項4記載の発明では、請求項1記載の角部は、軸及び外筒の両側にそれぞれ設けられ、これら両角部どうしが半径方向に對向するように設けられている。

【0016】このように軸及び外筒の両側において角部が對向するように設けられていれば、特に停止時における潤滑剤の拡散等による滲み出しが防止されるとともに、同じく停止時における強い衝撃力や潤滑剤の膨張等により液面が外側に移動してきた場合に対しても有効な漏れ防止が可能となる。

【0017】一方、請求項5記載の発明では、請求項1記載の角部の外側に、潤滑剤を捕獲するための吸収布が配置されている。

【0018】このように角部に加えて、潤滑剤を捕獲するための吸収布が配置されれば、万一の場合であっても、潤滑剤の最終捕獲が吸収布でおこなわれるため、潤滑剤の外部飛散が確実になくなる。

【0019】また、請求項6記載の発明では、請求項1記載の角部の内角 $\theta(e)$ が、 90° ないし 160° の範囲内に設定されている。

【0020】さらに、請求項7記載の発明では、請求項1記載の角部と、軸の外周面との間の半径方向の距離 a が、 0.5 mm 以下に設定されている。

【0021】さらにまた、請求項8記載の発明では、請求項4記載の軸側の角部が、軸の外周部に凹設された環状溝の開口部の縁部から形成されている。

【0022】一方、請求項9記載の発明では、請求項8記載の軸側の角部は、環状溝の開口部における一方側の縁部から形成された第1の角部と、上記環状溝における開口部における他方側の縁部から形成された第2の角部からなる。

【0023】

【発明の実施の形態】以下、本発明を、いわゆる両端軸固定型のHDDスピンドルモータに適用した実施形態について図面により詳細に説明する。まず、図1に示めされたHDDスピンドルモータの全体構造を説明すると、このHDDスピンドルモータは、固定部材としてのステータ組1と、このステータ組1に対して図示上側から組み付けられた回転部材としてのロータ組2とから構成されている。このうちステータ組1は、図示省略した固定

基台側にネジ止めされるフレーム 1 1 を有しているとともに、このフレーム 1 1 の略中央部分に立設された固定軸 1 2 が、図示上方に向かって延びている。この固定軸 1 2 の先端部（図示上端部）は、図示を省略した固定基台に対してネジ止めされる。

【0024】また、上記フレーム 1 1 は、中空円筒状の支持ホルダー 1 3 を有しており、この支持ホルダー 1 3 の外周にステータコア 1 4 が嵌着されており、当該ステータコア 1 4 の突極部に対して巻線 1 5 が巻回されている。

【0025】一方、前記ロータ組 2 は、図示を省略した所定の記録媒体を支持するためのハブ 2 1 を有しており、このハブ 2 1 は、当該ハブ 2 1 の中心部分に配置された一対のラジアル動圧軸受部 2 2 a, 2 2 b を介して上記固定軸 1 2 の外周側に回転自在に支承されている。

【0026】上記ハブ 2 1 は、磁気ディスク等の磁気記録媒体を外周部に装着する略円筒形状の胴部 2 1 a を有しているとともに、この胴部 2 1 a の内周側に、バックヨーク 2 1 b を介して駆動マグネット 2 1 c が環状に装着されている。この駆動マグネット 2 1 c は、前述したステータコア 1 4 の外周端面に対して環状に対向するようには接配置されている。

【0027】また、上記一対のラジアル動圧軸受部 2 2 a, 2 2 b は、ハブ 2 1 の内周側に固定された外筒としての軸受スリーブ 2 2 の内周面と、固定軸 1 2 の外周面との間の隙間に形成されており、軸方向に所定間隔離して並列するように配置されている。これらの各ラジアル動圧軸受部 2 2 a, 2 2 b を構成する部位における軸受スリーブ 2 2 の内周面と固定軸 1 2 の外周面とは、数 μ m の隙間を介して対向配置されている。

【0028】そして、上記各ラジアル動圧軸受部 2 2 a, 2 2 b を構成する軸受スリーブ 2 2 と固定軸 1 2 との間の隙間にには、オイルや磁性流体等からなる所定の潤滑剤（図示省略）が介在されているとともに、軸受スリーブ 2 2 と固定軸 1 2 との両対向面のうち、少なくとも一方側には、図示されているようなヘリンボーン形状のラジアル動圧発生用溝 2 3 a, 2 3 b が環状に並列するように凹設されており、前記ハブ 2 1 の回転時に、ラジアル動圧発生用溝 2 3 a, 2 3 b のポンピング作用によって潤滑剤が昇圧されて動圧が生じ、この潤滑剤に生じさせられた動圧によって、ハブ 2 1 がラジアル方向に軸支持されるように構成されている。

【0029】本実施形態における上記潤滑剤としては、当該潤滑剤の寿命と良好な軸受特性とを両立し得るよう、トリメチロールプロパン（TMP）又はペンタエリスリトール（PE）と、炭素数 5 ~ 18 の直鎖又は分岐脂肪酸とをエステル化した構造のオイルが使用されており、その中でも、特に、蒸発率が 10-7 g / h · cm² (at 40 °C) 以下で、粘度が 30 cP (at 40 °C) 以下のオイルが用いられている。

【0030】なお、このような潤滑剤を軸受内部に注入するにあたっては、組立が完了したモータを一旦真空室内に入れ、その真空引きした状態で毛細管力又は外部大気圧を利用して行う。このようにすれば、含有空気率が低い状態で軸受内部全体に潤滑剤 2 4 を満たすことが可能となる。

【0031】さらに、上記固定軸 1 2 の先端側（図示上端側）の途中部分には、2 つのスラスト動圧軸受部 1 6 a, 1 6 b を構成するリング状のスラスト板 1 6 が固着されている。このスラスト板 1 6 により構成される2つのスラスト動圧軸受部 1 6 a, 1 6 b は、図示上側に配置されたラジアル動圧軸受部 2 2 a の図示上側に隣接するように配置されている。

【0032】すなわち、上記スラスト板 1 6 の図示下面側は、軸受スリーブ 2 2 の図示上側端面に対面するように配置されているとともに、スラスト板 1 6 の図示上端面は、前記ハブ 2 1 の中央部分にネジ止めされたスラスト押え板 2 5 の図示下端面に対面するように配置されており、当該スラスト動圧軸受部 1 6 a, 1 6 b を構成するスラスト板 1 6 の軸方向両端面には、図示を省略したヘリンボーン形状のスラスト動圧発生用溝がそれぞれ環状に形成されている。

【0033】また、上記スラスト板 1 6 と軸受スリーブ 2 2 との対向面どうしの間、及びスラスト板 1 6 とスラスト押え板 2 5 と対向面どうし間における各隙間部分には、上述したラジアル動圧軸受部 2 2 a, 2 2 b 内に充填された潤滑剤が連続するようにして充填されており、上記ハブ 2 1 の回転時に、スラスト動圧発生用溝のポンピング作用によって潤滑剤が昇圧されて動圧が生じ、この潤滑剤に生じさせられた動圧によってハブ 2 1 がスラスト方向に軸支持されるように構成されている。

【0034】このとき、上記スラスト押え板 2 5 は、上述した各動圧軸受部の組付後にハブ 2 1 に対して接合されるが、前記潤滑剤の充填部分に臨む接合部は、このスラスト押え板 2 5 による接合部のみであって、潤滑剤の充填部分に対するその他の部位は一体に成形されて密閉性を確保している。

【0035】このスラスト押え板 2 5 とハブ 2 1 との接合部は、潤滑剤の注入前に、接着剤によって完全密閉構造となるように接合され、これによって潤滑剤に対する密閉性が良好に確保されている。この接合部に充填される接着剤は、当該接合部に形成された環状案内溝（図示省略）の毛細管力によって、接合部全周にわたって切れ目なく連続的に充填されるようになっており、これによって密閉構造が完全化される。

【0036】また、上記スラスト押え板 2 5 及び軸受スリーブ 2 2 には、外側（図示上側及び下側）から吸収布 2 6 を介して薄板状のストッパー板 2 7 が設けられており、これら吸収布 2 6 及びストッパー板 2 7 によって、最悪の場合でも、潤滑剤の外部飛散が防止されるように

なっている。

【0037】上述した2つのラジアル動圧軸受部22a, 22b、及び2つのスラスト動圧軸受部16a, 16bは、軸方向に延びる一連の軸受空間を画成するよう並設されており、これら4つの動圧軸受部16a, 16b, 22a, 22bを含む軸受空間の軸方向両端部分、すなわち最外端部分には、前記固定軸12と回転側の部材22b, 25との隙間を狭小にしてなる2箇所の毛細管シール部31a, 31bが、前記4つの動圧軸受部16a, 16b, 22a, 22bを軸方向両側から挟むように設けられている。

【0038】これらの各毛細管シール部31a, 31bのうち、図示下側の毛細管シール部31bは、軸受スリーブ22の軸方向外端部分（図示下端部分）に設けられており、より具体的には、当該軸受スリーブ22の図示下端部分の内周壁と、前記固定軸12の外周面との隙間を狭小にすることによって形成されている。従って、この図示下側の毛細管シール部31bを構成する狭小隙間は、図示下側のラジアル動圧軸受部22bを構成する隙間に連通されているとともに、この毛細管シール部31bとラジアル動圧軸受部22bとの連通部分には、隙間を拡大するような凹部は設けられていない。

【0039】一方、図示上側の毛細管シール部31aは、スラスト動圧軸受部16aを構成するスラスト押え板25と固定軸12との間の隙間により形成されており、前述したスラスト押え板25の内周壁と固定軸12の外周面との間の隙間を狭小にすることによって形成されている。

【0040】これら図示上下両側の各毛細管シール部31a, 31bは、当該毛細管シール部31a, 31bを構成する狭小隙間が図示上下の外方に開口するように軸方向に沿って設けられている。そして、これらの各毛細管シール部31a, 31bの狭小隙間を構成するように固定軸12側に各々対面しているスラスト押え板25の内周壁、及び軸受スリーブ22の図示下側の内周壁は、軸方向外方に向かって上記隙間の寸法を連続的に拡大するよう傾斜壁Aに形成されており、この連続的に拡大している狭小隙間の寸法が、20μmから300μmとなっている部位を毛細管シール部31a, 31bとしている。

【0041】前述したように、4つの動圧軸受部16a, 16b, 22a, 22bを含む上記2箇所の毛細管シール部31a, 31bどうしの間の軸受空間部分には、潤滑剤が連続して充填されているが、潤滑剤の図示上下端における各液面、すなわち気液界面の位置が、各毛細管シール部31a, 31bの内部所定位置となるように設定されている。

【0042】例えれば、図2に示されている図示上側の毛細管シール部31aにおいては、図示上側のラジアル動圧軸受部22aから毛細管シール部31aにかけて潤滑

剤32が連続的に充填されており、該潤滑剤32の気液界面32aが上記毛細管シール部31aの内部途中位置に配置されている。

【0043】また、図示上側の毛細管シール部31aを画成しているスラスト押え板25の傾斜壁Aには、撥油機能を有する第1の角部25aが全周にわたって設けられている。この第1の角部25aは、上述した潤滑剤32の気液界面32aより外側部位、すなわち図示上側の部位に設けられているとともに、当該第1の角部25aの内角θ(e)は、90°ないし160°の範囲内に設定されている。

【0044】このとき、上記第1の角部25aの内角θ(e) (deg)に対して、固定軸12の外周面と、第1の角部25aとの間の半径方向における距離をa(mm)とするとともに、固定軸12の半径をr(mm)とし、固定軸12に対するロータ組2の回転角速度をω(rad/sec)としたとき、上記第1の角部25aは、

$$50/a^2 \cdot (1 + \cos \theta(e)) > r \cdot \omega^2 \dots \dots \textcircled{1}$$
を満足するように形成されている。

【0045】上式①は、図3に示されている実験結果に基づいた演算により導き出されたものであって、上記第1の角部25aの表面張力により潤滑剤32を支える力と、潤滑剤32に加わる遠心力を関連付けたものである。すなわち、第1の角部25aで潤滑剤32を表面張力によって支えている状態から、毛細管シール部31a内の潤滑剤32に回転による遠心力が加わると、その遠心力に大きさに比例して潤滑剤32は、第1の角部25aにおいて盛り上がった形状となる。そして、その極限状態（盛り上がりの最大状態）は、第1の角部25aにおける盛り上がり厚さが角部25aと固定軸12との隙間寸法に一致する状態である。従って、この極限状態において、第1の角部25aで潤滑剤32を支えているよう設定すれば潤滑剤32の外部漏れは完全に防止されることとなる。

【0046】第1の角部25aにおける油膜が支える力は、潤滑剤32の表面張力γと接触角θとの積で表すことができる。また上述した極限状態での潤滑剤32に加わる遠心力は、回転角速度をω、軸径r、隙間寸法a、潤滑剤の比重ρの関数で表すことができる。このとき、一般的な潤滑剤の表面張力γは、およそ25mNないし30mN/mの範囲にあることから、安全をみて低い側の値25mN/mを代表値として考えれば、得られた結果はほとんど全ての潤滑剤に適用することができるようとなる。比重ρについても同様であって、多くの潤滑剤が0.8ないし1.0の値をとることから1.0で代表させることができる。

【0047】このような考えに基づいて第1の角部25aの内角θ(e) (≈ 180° - θ) 及び隙間aと、軸受条件r及びω2との関係を調べ、実験及び演算によって図3に示されているような線図を求める、これから上述し

た上式①を導き出した。つまり図3は、上述した極限状態におけるロータの回転数（横軸：rpm）と、第1の角部25aの内角θ(e)（縦軸：deg）との関係を、軸径rをパラメータとして求めたものであって、例えば、隙間aを0.1mmとし、第1の角部25aの内角θ(e)を90°程度に設定したとすれば、軸径rが4mm、回転数ωが15000rpmの軸受条件でも油漏れは起こさないことが判る。なお、本実施形態においては、第1の角部25aと固定軸12の外周面との間の半径方向の距離aは、0.5mm以下に設定されている。

【0048】さらに、図示下側の毛細管シール部31bを画成している軸受スリーブ22の下端部分にも、同様な構成を有する第1の角部25bが、潤滑剤の気液界面より外側部位、すなわち図示下側の部位に設けられている。

【0049】一方、上記角部25a, 25bの外側には、他の傾斜溝A'を介してさらに別の第2の角部25c, 25dが全周に設けられている。この第2の角部25c, 25dは前述した式を満足するものではないが、万一、上述した第1の角部25a, 25bによっても潤滑剤を持ちこたえられなかった場合でも、傾斜壁面A'を伝わって来た潤滑剤が、第2の角部25c, 25dの表面張力によって外部漏れが防止されるように構成されている。

【0050】前述した式①から明らかなように、第1の角部25aの内角θ(e)は、隙間aや軸径rの設定によって多くの場合90°以上の鈍角に設定することができ、これによって上記第2の角部25c, 25dを設けることができる。第1の角部25aの内角θ(e)が正しく設定されれば、潤滑剤の外部漏れは本来なら起きることはないが、潤滑剤の初期注入量が適正でなかった場合や、本来のスペックを越えた大きな衝撃力が加わった場合には外部漏れを生じるおそれがある。特に、ハードディスクの駆動用に用いる場合には、微量の潤滑剤であってもモータ外に漏れると、ディスクを汚すこととなって動作不能招来することがあるため、たとえスペック以上の外力が加わった場合であっても、このような第2の角部25c, 25dを設けることによって潤滑剤の外部漏れを防止する構造とすることが好ましい。

【0051】このような観点から第2の角部25c, 25dは設けられているが、この第2の角部25c, 25dに漏れ出す潤滑剤は少量と考えられるため、この第2の角部25c, 25dには強い制約条件を与える必要はなく、従って、第2の角部25c, 25dの内角は比較的大きな角度に設定することができる。

【0052】また、上述した実施形態では、外筒側すなわちスラスト押え板25及び軸受スリーブ22側に設けられた第1の角部25a, 25b及び第2の角部25c, 25dに加えて、固定軸12側にも第1の角部12a, 12b及び第2の角部12c, 12dが設けられて

いる。これら固定軸12側の第1の角部12a, 12b及び第2の角部12c, 12dは、固定軸12の外周部に凹設された環状溝12eの開口縁により形成されている。

【0053】このとき、上記固定軸12側の第1の角部12a, 12b及び第2の角部12c, 12dは、スラスト押え板25及び軸受スリーブ22側に設けられた第1の角部25a, 25b及び第2の角部25c, 25dのそれぞれと略同一の高さ位置に配置されており、これによって各々が半径方向に對向するようにして設けられている。

【0054】このように本実施形態装置によれば、毛細管シール部31a, 31bに設けられた第1の角部25a, 25bの表面張力作用によって、毛細管シール部31a, 31bの傾斜壁面に沿って流出しようとする潤滑剤32が上記第1の角部25a, 25bにおいて保持され、毛細管シール部31a, 31bのシール機能が良好に維持されるようになっている。

【0055】なお、既に知られている動圧軸受装置において、シール部を構成する傾斜面に角部と類似のものが記載されているものがある。例えば、特開昭58-50321号公報には、シール部の傾斜面に隣接して小溝が形成されており、その小溝の縁部によって傾斜面の端部に角状部位が形成されている。しかしながら当該公報中の説明によれば、この小溝は、潤滑剤の溜り部を構成するものであって、傾斜面への潤滑剤供給機能を有している。従って、この小溝における角状縁部は、本願発明の角部のように潤滑剤流れを阻止するものではなく、しかも式①で表した内角θ(e)を満足するものでもない。

【0056】このような毛細管シール部31a, 31bに設けられた第1の角部25a, 25bは、前述した式①を満足するように設定されることによって、容易かつ適正に形成される。

【0057】さらに、上記実施形態のように、第1の角部25a, 25bの外側に第2の角部25c, 25dが配置されていれば、第1の角部25a, 25bを潤滑剤32が通過してしまった場合でも、第2の角部25c, 25dで潤滑剤の漏れが確実に防止される。

【0058】さらにまた、本実施形態では、上記第1の角部25a, 25b及び第2の角部25c, 25dに對向するようにして、固定軸12側にも、第1の角部12a, 12b及び第2の角部12c, 12dが設けられているので、特に停止時における潤滑剤32の拡散等による滲み出しが防止されるとともに、同じく停止時における強い衝撃力や潤滑剤の膨張等により潤滑剤32の液面が外側に移動してきた場合に対しても有効な漏れ防止が可能となる。この場合、上記第2の角部12c, 12dは、環状溝12eの底部と軸表面の2個所に形成されているため、これら2個所の角部によって、第1の角部を通過してしまった潤滑剤の漏れが、まず底部側の角部に

より防止された後、さらに軸表面側の角部により良好に防止されるようになっている。

【0059】このとき、上述した各角部を理想的なエッジを備えるように形成することは容易ではない。潤滑剤の接触角を高めるためには角部の仕上げはシャープな方が好ましいが、図4 (a) に示されているようなバリ41や、欠け等があると、その部位に強い毛細管力が作用してかえって逆効果になる。安定的に量産でき、かつ効果的な接触角を得ることができる加工例としては以下のようないものが考えられる。

【0060】まず、レース加工などの刃物を使用した場合には、バリ取りが不可欠となる。この場合のバリ取り手段としては、バレル、面取りなどがあるが、図4

(b) に示されているように面取り42を施した場合には、見掛けの角度θ1に対して有効角度θ2は小さくなってしまう。また、図4 (c) に示されているようにバレル処理43を施した場合には、角部は丸みを帯びてしまい、有効角度の数値化が難しくなる。この場合には、角部を構成する面の粗度にも影響を受けるが、曲率半径が0.1mm程度なら、見掛けの角度との差異は小さく、実用上問題はないことが確認された。また、射出成形、鍛造など金型を用いて成形する場合にも同様に、金型側の曲率半径を0.1mm以下に仕上げれば良い。

【0061】これに加えて本実施形態では、上記各角部25a, 25b, 25c, 25d, 12a, 12b, 12c, 12dに加えて、潤滑剤32を最終捕獲するための吸収布26が配置されているので、万一の場合であっても、潤滑剤32の最終捕獲が吸収布26でおこなわれるため、潤滑剤32の外部飛散が確実になくなる。

【0062】一方、図5に示されている実施形態では、外筒側すなわちスラスト押え板25の傾斜壁Bに環状溝25eが形成されており、この環状溝25eの両開口縁によって、第1の角部25f及び第2の角部25gが形成されている。また、前述した実施形態と同様に、固定軸12側にも環状溝12eが形成されており、その環状溝12eの両開口縁によって第1の角部12a及び第2の角部12cが形成されており、これらの各第1の角部25f, 12a及び第2の角部25g, 12cは、略同一の高さにおいて半径方向に対向するように配置されている。このような実施形態装置においても、上記実施形態と同様な作用・効果を得ることができ、このとき第2の角部25g, 12cは、図2において既に説明した作用を有する。

【0063】また、図6に示されている実施形態は、スラスト軸受に対して本発明を適用したものであって、軸42に固定されたスラスト板45が、スラスト受板46に対して軸方向に対面するように配置されており、これら両部材45, 46の隙間にスラスト動圧軸受部が形成されている。このスラスト動圧軸受部を構成する部位におけるスラスト板45とスラスト受板46とは、数μm

の隙間を介して対向配置されており、当該隙間内には、オイルや磁性流体等からなる所定の潤滑剤52が介在されているとともに、スラスト板45とスラスト受板46との両対向面のうち、少なくとも一方側には、所定形状のスラスト動圧発生用溝が環状に凹設されている。そして、回転時にスラスト動圧発生用溝のポンピング作用によって潤滑剤52が昇圧されて動圧が生じ、この潤滑剤に生じさせられた動圧によってスラスト方向の軸支持が行われるように構成されている。

10 【0064】このスラスト動圧軸受部を含む軸受空間の最外端部分には、前記スラスト板45とスラスト受板46との隙間を狭小にしてなる毛細管シール部41aが設けられている。この毛細管シール部41aを構成しているスラスト板45は、傾斜壁Cを有しており、この傾斜壁Cによって、上記隙間の寸法が半径方向外方に向かってを連続的に拡大されている。潤滑剤52の液面、すなわち気液界面は52aは、上記毛細管シール部41aの内部所定位置に設定されている。

【0065】そして、上記毛細管シール部41aを画成しているスラスト受板46の壁面には、環状溝46aが凹設されており、この環状溝46aの両開口縁により、第1の角部46b及び第2の角部46cが形成されている。

【0066】このような実施形態装置によれば、毛細管シール部41aに設けられた第1の角部46b及び第2の角部46cの表面張力作用によって、毛細管シール部41aの傾斜壁面に沿って流出しようとする潤滑剤52が上記第1の角部46a及び第2の角部46cにおいて保持され、毛細管シール部41aのシール機能が良好に維持されるようになっている。

【0067】以上、本発明者によってなされた発明の実施形態を具体的に説明したが、本発明は上記実施形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々変形可能であるというのまでもない。

【0068】例えば、上述した実施形態では、動圧軸受部の隙間を画成する軸及び外筒の両側に角部を設けているが、いずれか一方側にのみ設けることも可能である。

【0069】また、上述した実施形態は、いわゆる軸固定型のモータに対して本発明を適用したものであるが、40 軸回転型のモータに対しても本発明は同様に適用することができる。

【0070】さらにまた本発明は、上述したHDDモータ以外に用いられる動圧軸受装置に対しても同様に適用することができる。

【0071】

【発明の効果】以上述べたように本発明は、動圧軸受部の隙間を画成する軸及び外筒の少なくとも一方側に、撥油機能を有する角部を潤滑剤の気液界面より外側部位に設け、この角部の表面張力作用によって毛細管シール部の傾斜壁面に沿って流出しようとする潤滑剤を角部にお

いて保持し、毛細管シール部のシール機能を良好に維持するように構成したものであるから、簡易で低コストな構造で、潤滑剤漏れを良好に防止しつつ長寿命化を図ることができ、しかも動圧軸受装置の適用性を拡大することができ、動圧軸受装置の信頼性を飛躍的に向上させることができる。

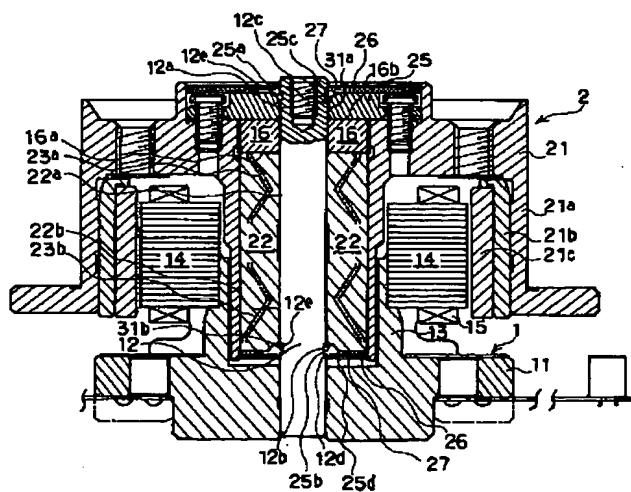
【0072】そして、このような角部は、請求項2記載の式を満足するように設定することによって容易かつ適正に形成することができる。

【0073】さらに、請求項3記載の発明のように、請求項1記載の角部の外側に、撥油作用を有する第2の角部を併用すれば、第1の角部を潤滑剤が通過してしまった場合でも、第2の角部で潤滑剤の漏れが確実に防止され、上述した請求項1にかかる発明の効果をさらに向上させることができる。

【0074】さらにまた、請求項4記載の発明のように、軸及び外筒の両側に角部を対向するように設ければ、特に停止時における潤滑剤の拡散等による滲み出しを防止するとともに、同じく停止時における強い衝撃力や潤滑剤の膨張等により液面が外側に移動してきた場合に対しても有効な漏れ防止を可能となり、上述した請求項1にかかる発明の効果をさらに向上させることができる。

【0075】一方、請求項5記載の発明のように、上述した角部に加えて、潤滑剤を捕獲するための吸収布が配置されていれば、万一の場合であっても、潤滑剤の最終捕獲が吸収布でおこなわれるため、潤滑剤の外部飛散が確実になくなる。

[图 1]



【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態にかかる動圧軸受装置を備えたHDDスピンドルモータの一例を表した横断面説明図である。

【図2】本発明の要部を拡大して表した横断面説明図である。

【図3】角部の表面張力により潤滑剤を支える力と、潤滑剤に加わる遠心力とを関連付けて、角部の内角 θ (e) と軸受条件との関係を調べた実験結果を表した線図である。

【図4】角部の加工状態を説明した横断面説明図である。

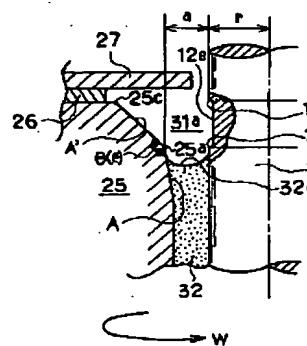
【図5】本発明の他の実施形態にかかる動圧軸受装置の要部を表した図2相当の横断面説明図である。

【図6】本発明のさらに他の実施形態にかかる動圧軸受装置の要部を表した図2相当の横断面説明図である。

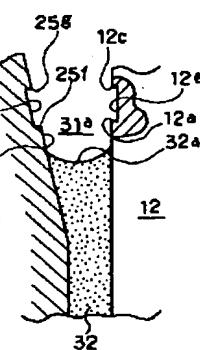
【符号の説明】

1 2 固定軸
2 2 軸受スリーブ（外筒）
20 2 5 スラスト押え板
1 2 a, 1 2 b, 2 5 a, 2 5 b, 2 5 f, 4 6 b 第
1の角部
1 2 c, 1 2 d, 2 5 c, 2 5 d, 2 5 g, 4 6 c 第
2の角部
2 6 吸収布
3 1 a, 3 1 b, 4 1 a 毛細管シール部
3 2, 5 2 潤滑剤
3 2 a, 5 2 a 気液界面

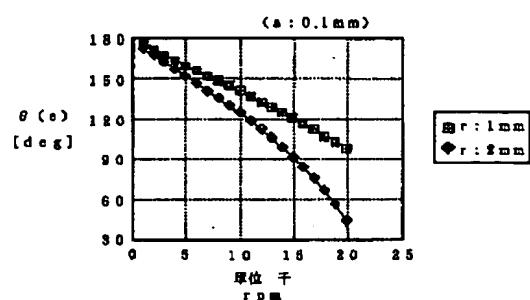
【図2】



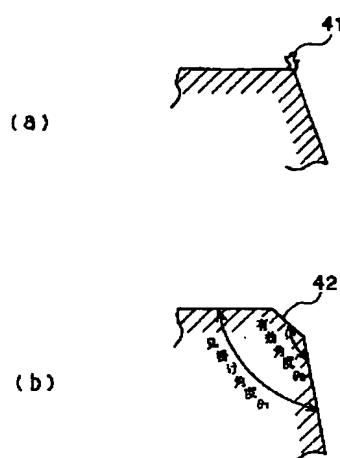
【図5】



【図3】

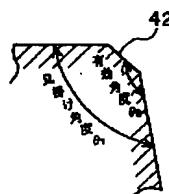


【図4】



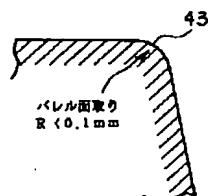
(a)

(b)

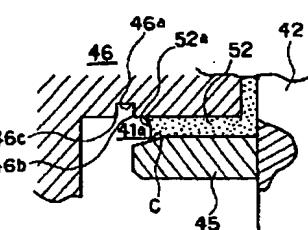
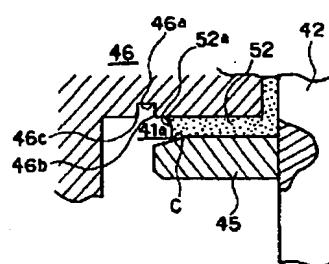


(b)

(c)



【図6】



(d)

(e)

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-073126
 (43)Date of publication of application : 17.03.1998

(51)Int.CI.

F16C 17/04

(21)Application number : 08-247009
 (22)Date of filing : 29.08.1996

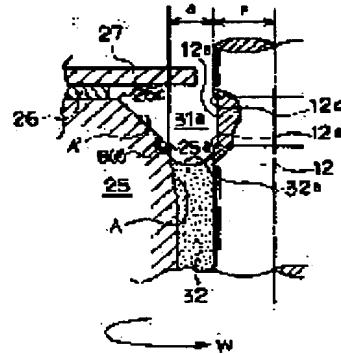
(71)Applicant : SANKYO SEIKI MFG CO LTD
 (72)Inventor : NOSE TAMOTSU
 GOMYO MASATO
 HAYAKAWA MASAMICHI

(54) HYDRODYNAMIC BEARING DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To satisfactorily prevent leakage of lubricant by forming a capillary seal part whose clearance is continuously enlarged toward the outside, and forming a corner portion having oil repellent function on all circumference of a portion outer than gas-liquid boundary.

SOLUTION: A first corner portion 25a having oil repellent function is formed on all circumference of a tapered surface A of a thrust pressing plate 25 determining a capillary seal part 31a. Lubricant 32 is supported by surface tension at the first corner portion 25a. When centrifugal force is applied to the lubricant 32 inside the capillary seal part 31a due to rotation, the lubricant 32 rises at the first corner portion 25a in proportional to intensity of the centrifugal force. The maximum state of the lubricant 32 is the extent that rising thickness at the first corner portion 25a is agreed with a gap measurement between the corner portion 25a and a fixed shaft 12. Leakage of the lubricant 32 is perfectly prevented by so setting that the lubricant 32 is supported by the first corner portion 25a in the maximum state.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 26.10.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] In the hydrodynamic bearing equipment with which fitting of the outer case is carried out to the periphery side of a shaft through a predetermined clearance, it is placed between the clearances between these shafts and an outer case by lubricant, dynamic pressure bearing is formed, and the above-mentioned shaft and an outer case are relatively supported by the dynamic pressure bearing concerned pivotable. While the capillary tube seal section which comes to expand the above-mentioned clearance at least to the lateral part of said dynamic pressure bearing in the clearance between the above-mentioned shaft and an outer case continuously toward an outside is prepared. Apply to the capillary tube seal section from said dynamic pressure bearing, fill up with lubricant continuously, and the gas-liquid interface of this lubricant is formed in the above-mentioned capillary tube seal circles. And hydrodynamic bearing equipment characterized by preparing at the perimeter the corner which has an oil-repellent function in the part outside the above-mentioned [at least] gas-liquid interface of one side of the shaft and outer case which form said clearance.

[Claim 2] It is theta (e) about the interior angle of a corner according to claim 1. Hydrodynamic bearing equipment characterized by forming the above-mentioned corner so that $50/a^2$, and $(1+\cos\theta)(e) > r\omega^2$ may be satisfied when the angular strain rate of r , a shaft, and an outer case is set [a distance radial / between the peripheral face of a shaft, and a corner] to ω for the radius of a and a shaft.

[Claim 3] the 2nd corner by which the corner according to claim 1 was prepared in the outside of the 1st corner and this 1st corner -- since -- the hydrodynamic bearing equipment characterized by becoming.

[Claim 4] A corner according to claim 1 is hydrodynamic bearing equipment characterized by being prepared in the both sides of a shaft and an outer case, respectively, and being prepared so that both [these] corners may counter radial.

[Claim 5] Hydrodynamic bearing equipment characterized by arranging the absorption cloth for capturing lubricant on the outside of a corner according to claim 1.

[Claim 6] Interior angle [of a corner according to claim 1] theta (e) Hydrodynamic bearing equipment characterized by being set up within the limits of 90 degrees thru/or 160 degrees.

[Claim 7] Hydrodynamic bearing equipment characterized by setting the distance a radial [between a corner according to claim 1 and the peripheral face of a shaft] as 0.5mm or less.

[Claim 8] Hydrodynamic bearing equipment characterized by forming the corner by the side of a shaft according to claim 4 from the verge-of-opening section of the circular sulcus cut in the periphery section of a shaft.

[Claim 9] The corner by the side of a shaft according to claim 8 is hydrodynamic bearing equipment characterized by consisting of the 1st corner formed from the edge of the one side in opening of a circular sulcus, and the 2nd corner formed from the edge of the other side in opening in the above-mentioned circular sulcus.

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention makes lubricant generate dynamic pressure, and relates to the hydrodynamic bearing equipment constituted so that a shaft and an outer case might be relatively supported free [rotation] with the dynamic pressure.

[0002]

[Description of the Prior Art] In recent years, the hydrodynamic bearing equipment which used the dynamic pressure of lubricant, such as oil, in various equipments, such as a motor, so that it could respond to especially high-speed rotation is examined variously, and is proposed. While opposite arrangement of the dynamic pressure side by the side of the outer case by which fitting was carried out to the dynamic pressure side [by the side of a shaft] and periphery side of a shaft through the predetermined clearance is carried out in this hydrodynamic bearing equipment at the shape of a periphery. The slot for dynamic pressure generating is formed in one side for inside [it is both / these / the opposite dynamic pressure side] at least. The pressure up of the predetermined lubricant, such as oil which intervened among both the opposed faces of the above-mentioned shaft and an outer case, is carried out by pumping operation of the slot for dynamic pressure generating at the time of rotation, and both members are relatively supported by the dynamic pressure of the lubricant concerned pivotable.

[0003] Thus, with hydrodynamic bearing equipment, since it has lubricant (only henceforth lubricant), such as oil, in bearing circles, the seal structure for preventing the external leakage of lubricant is needed. What used the capillary tube force as seal structure of the lubricant is proposed in JP,58-50321,A, JP,63-167111,A, a U.S. Pat. No. 5112142 number official report, etc. With the capillary tube force seal structure indicated by these, the seal inclination wall surface is prepared so that the clearance between a shaft and an outer case may be continuously expanded to the outside outlet part of bearing toward an outside.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, there are the following problems in each conventional hydrodynamic bearing structure mentioned above. When a centrifugal force works strongly like at the time of high-speed rotation especially, the lubricant on a seal inclination wall surface will be blown away along with the seal inclination wall surface concerned, and it may stop first, achieving a seal function with equipment JP,58-50321,A and given in a U.S. Pat. No. 5112142 number official report, since the inclination wall surface is prepared in the outer case side. Although applying to a seal inclined plane the oil repellent agent which consists of resin of a fluorine system etc. is indicated by JP,58-50321,A, difficult, since the adhesion force is weak, applying with a sufficient location precision to an inclined plane has a problem in endurance, and it will become still more expensive.

[0005] On the other hand, when forming a seal inclined plane in a shaft side will generally use the shaft of a minor diameter like recently easily [since a shaft is formed from hard material, such as quenching SUS,] like equipment given in JP,63-167111,A although it becomes the cure against a centrifugal force mentioned above if a seal inclined plane is established in a shaft side, rigid lack of a shaft becomes remarkable and it may be unable to adopt.

[0006] Then, this invention is structure [that it is simple and low cost], and aims at offering the hydrodynamic bearing equipment which enabled it to prevent lubricant leakage good.

[0007]

[Means for Solving the Problem] In order to attain such a purpose, in invention according to claim 1 In the hydrodynamic bearing equipment with which fitting of the outer case is carried out to the periphery side of a shaft through a predetermined clearance, it is placed between the clearances between these shafts and an

outer case by lubricant, dynamic pressure bearing is formed, and the above-mentioned shaft and an outer case are relatively supported by the dynamic pressure bearing concerned pivotable. While the capillary tube seal section which comes to expand the above-mentioned clearance at least to the lateral part of said dynamic pressure bearing in the clearance between the above-mentioned shaft and an outer case continuously toward an outside is prepared. Apply to the capillary tube seal section from said dynamic pressure bearing, fill up with lubricant continuously, and the gas-liquid interface of this lubricant is formed in the above-mentioned capillary tube seal circles. And the corner which has an oil-repellent function is prepared in the part outside the above-mentioned [at least] gas-liquid interface of one side of the shaft and outer case which form said clearance at the perimeter.

[0008] According to such a means according to claim 1, the lubricant which is going to flow out along with the inclination wall surface of the capillary tube seal section is held in a corner according to the surface tension operation of a corner prepared in the capillary tube seal section, and the seal function of the capillary tube seal section is maintained good.

[0009] That is, the apparent contact angle theta of the above-mentioned corner is expressed with a degree type.

$$\text{Theta} = \text{theta (f)} + (180 \text{ degree} - \text{theta (e)})$$

It is theta (f) here. It is the contact angle of the lubricant in a flat surface, and the member which constitutes a corner, and is theta (e). It is the interior angle of a corner. theta (f) In order to acquire the strong capillary tube force at the time of a halt, it is desirable to become the concave configuration of curvature with a big oil level with the smaller desirable therefore one. The metallic material generally used on the other hand is 1st term [since it gets wet well to lubricant / in an upper type] theta (f). As compared with the 2nd term (180 degree-theta (e)), it becomes small, and does not interfere as count top 0. Moreover, theta (e) Even if it was the corner which wore some radius of circle through the trimming process as a result of trying various processing conditions although the difference was between the corner which has an ideal edge, and the corner actually obtained industrially, it was checked that it is convenient practically. When it is going to obtain a sharp edge rather, a lifting and a possibility of producing an oil spillage from there are in the part on a periphery about a chipping.

[0010] Thus, if a corner is prepared in a metallic material etc., it will see with easy structure, the upper contact angle can be raised, diffusion of the oil film by the centrifugal force will be prevented, and all troubles, such as cost in a means to apply an oil repellent agent which was mentioned above, dependability, and workability, will be canceled.

[0011] Moreover, by invention according to claim 2, it is theta (e) about the interior angle of a corner according to claim 1. When the angular strain rate of r, a shaft, and an outer case is set [a distance radial / between the peripheral face of a shaft and a corner] to omega for the radius of a and a shaft, the above-mentioned corner is formed so that $50/a^2$, and $(1+\cos\theta(e)) > r/\omega^2$ may be satisfied.

[0012] That is, the corner prepared to the capillary tube seal section according to claim 1 is formed easily and proper by being set up so that a formula according to claim 2 may be satisfied.

[0013] furthermore, the 2nd corner by which the corner according to claim 1 was prepared in the outside of the 1st corner and this 1st corner in invention according to claim 3 -- since -- it has become.

[0014] Thus, if the 2nd corner is used together to the 1st corner, even when lubricant will have passed the 1st corner, the leakage of lubricant is prevented by the 2nd corner.

[0015] By invention according to claim 4, a corner according to claim 1 is prepared in the both sides of a shaft and an outer case, respectively, and it is prepared further again so that both [these] corners may counter radial.

[0016] Thus, if it is prepared so that a corner may counter in the both sides of a shaft and an outer case, effective leakage prevention will be attained also to the case where the oil level has moved outside by strong impulse force at the time of a halt similarly while oozing and preventing **, expansion of lubricant, etc. by diffusion of the lubricant especially at the time of a halt etc.

[0017] On the other hand, in invention according to claim 5, the absorption cloth for capturing lubricant on the outside of a corner according to claim 1 is arranged.

[0018] Thus, since the last capture of lubricant will be performed by the absorption cloth even if it is an emergency case if the absorption cloth for capturing lubricant is arranged in addition to the corner, external scattering of lubricant is lost certainly.

[0019] Moreover, by invention according to claim 6, it is interior angle [of a corner according to claim 1] theta (e). It is set up within the limits of 90 degrees thru/or 160 degrees.

[0020] Furthermore, in invention according to claim 7, the distance a radial [between a corner according to

claim 1 and the peripheral face of a shaft] is set as 0.5mm or less.

[0021] By invention according to claim 8, the corner by the side of a shaft according to claim 4 is formed further again from the verge-of-opening section of the circular sulcus cut in the periphery section of a shaft.

[0022] On the other hand, in invention according to claim 9, the corner by the side of a shaft according to claim 8 consists of the 1st corner formed from the edge of the one side in opening of a circular sulcus, and the 2nd corner formed from the edge of the other side in opening in the above-mentioned circular sulcus.

[0023]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, a drawing explains this invention to a detail about the operation gestalt applied to the so-called HDD spindle motor of a both-ends shaft cover half. First, explanation of the whole HDD spindle motor structure by which it was ** carried out to drawing 1 constitutes this HDD spindle motor from a stator group 1 as a holdown member, and a Rota group 2 as a rotation member attached from the illustration bottom to this stator group 1. Among these, while the stator group 1 has the frame 11 by which a screw stop is carried out to the fixed pedestal side which carried out the illustration abbreviation, the fixed shaft 12 set up by the abbreviation central part of this frame 11 is prolonged toward the illustration upper part. The screw stop of the point (illustration upper limit section) of this fixed shaft 12 is carried out to the fixed pedestal which omitted illustration.

[0024] Moreover, the above-mentioned frame 11 has the bell shape support electrode holder 13, the stator core 14 is attached in the periphery of this support electrode holder 13, and the coil 15 is wound to the salient pole section of the stator core 14 concerned.

[0025] On the other hand, said Rota group 2 has the hub 21 for supporting the predetermined record medium which omitted illustration, and bearing of the rotation of this hub 21 is made free to the periphery side of the above-mentioned fixed shaft 12 through the radial dynamic pressure bearings 22a and 22b of the pair arranged at a part for the core of the hub 21 concerned.

[0026] While the above-mentioned hub 21 has cylindrical shape-like drum section 21a which equips the periphery section with magnetic-recording media, such as a magnetic disk, the inner circumference side of this drum section 21a is annularly equipped with drive magnet 21c through back yoke 21b. Contiguity arrangement of this drive magnet 21c is carried out so that it may counter annularly to the periphery end face of the stator core 14 mentioned above.

[0027] Moreover, the radial dynamic pressure bearings 22a and 22b of the above-mentioned pair are formed in the clearance between the inner skin of the bearing sleeve 22 as an outer case fixed to the inner circumference side of a hub 21, and the peripheral face of the fixed shaft 12, and they are arranged so that it may isolate between predetermined to shaft orientations and may stand in a row in them. Opposite arrangement of the inner skin of a bearing sleeve 22 and the peripheral face of the fixed shaft 12 in the part which constitutes each of these radial dynamic pressure bearings 22a and 22b is carried out through the several micrometers clearance.

[0028] and in the clearance between the bearing sleeves 22 and the fixed shafts 12 which constitute each above-mentioned radial dynamic pressure bearings 22a and 22b While the predetermined lubricant (illustration abbreviation) which consists of oil, a magnetic fluid, etc. intervenes, at least among both the opposed faces of a bearing sleeve 22 and the fixed shaft 12 to one side The groove is cut so that the slots 23a and 23b for radial dynamic pressure generating of a herringbone configuration which is illustrated may stand in a row annularly. It is constituted by the dynamic pressure which the pressure up of the lubricant was carried out, and dynamic pressure produced, and was produced by the pumping operation of the slots 23a and 23b for radial dynamic pressure generating to this lubricant at the time of rotation of said hub 21 so that axial support of the hub 21 may be carried out in a radial direction.

[0029] So that it may be compatible in the life of the lubricant concerned, and a good bearing property as the above-mentioned lubricant in this operation gestalt Trimethylol propane (TMP) or pentaerythritol (PE), The oil of the structure which esterified the straight chain or branched chain fatty acid of carbon numbers 5-18 is used, and the oil below 30cP(s) (at 40 **) is especially used [the boil off rate] for viscosity also in it below by 10-7 g/h-cm² (at 40 **).

[0030] In addition, in pouring such lubricant into the interior of bearing, the motor which assembly completed is once put in in a vacuum chamber, and where [the] vacuum suction is carried out, it carries out using the capillary tube force or external atmospheric pressure. If it does in this way, a content air rate will become possible [filling lubricant 24 with a low condition inside / whole / bearing].

[0031] furthermore, the tip side (illustration upper limit side) of the above-mentioned fixed shaft 12 -- on the way -- into the part, the thrust plate 16 of the shape of a ring which constitutes two thrust dynamic pressure bearings 16a and 16b has fixed. Two thrust dynamic pressure bearings 16a and 16b constituted with this thrust

plate 16 are arranged so that the illustration bottom of radial dynamic pressure bearing 22a arranged at the illustration bottom may be adjoined.

[0032] Namely, the illustration inferior-surface-of-tongue side of the above-mentioned thrust plate 16 While being arranged so that the illustration top end face of a bearing sleeve 22 may be met, the illustration upper limit side of the thrust plate 16 It is arranged so that the illustration lower limit side of the thrust pressure plate 25 by which the screw stop was carried out to the central part of said hub 21 may be met. The slot for thrust dynamic pressure generating of the herringbone configuration where illustration was omitted is formed in the shaft-orientations both-ends side of the thrust plate 16 which constitutes the thrust dynamic pressure bearings 16a and 16b concerned annular, respectively.

[0033] moreover, into each clearance part between the opposed faces of the above-mentioned thrust plate 16 and a bearing sleeve 22, and between the thrust plate 16, the thrust pressure plate 25, and opposed faces As the lubricant with which it filled up in radial dynamic pressure bearing 22a mentioned above and 22b continues, it fills up with it. It is constituted so that axial support of the hub 21 may be carried out in the thrust direction by the dynamic pressure which the pressure up of the lubricant was carried out, and dynamic pressure produced, and was produced by the pumping operation of the slot for thrust dynamic pressure generating to this lubricant at the time of rotation of the above-mentioned hub 21.

[0034] Although joined to a hub 21 to the back with [of each dynamic pressure bearing which mentioned above the above-mentioned thrust pressure plate 25 at this time] a group, the joint which attends the packing fraction of said lubricant is only a joint by this thrust pressure plate 25, and the part of others to the packing fraction of lubricant was fabricated by one, and has secured sealing nature.

[0035] The joint of this thrust pressure plate 25 and hub 21 is joined so that it may become full sealing structure with adhesives before impregnation of lubricant, and the sealing nature to lubricant is secured by this good. The capillary tube force of the annular guide rail (illustration abbreviation) formed in the joint concerned is filled up with the adhesives with which this joint is filled up continuously without a break over the joint perimeter, and sealing structure is made perfect by this.

[0036] Moreover, the sheet metal-like stopper plate 27 is formed in the above-mentioned thrust pressure plate 25 and the bearing sleeve 22 through the absorption cloth 26 from the outside (an illustration top and under), and even when the worst, external scattering of lubricant is prevented by these absorption cloth 26 and the stopper plate 27.

[0037] Two radial dynamic pressure bearings 22a and 22b mentioned above and two thrust dynamic pressure bearings 16a and 16b A part for the shaft-orientations both ends of the bearing space which is installed so that a series of bearing space which extends in shaft orientations may be formed, and contains these four dynamic pressure bearings 16a, 16b, 22a, and 22b, That is, the two capillary tube seal sections 31a and 31b which come it narrow to carry out the clearance between said fixed shaft 12 and members 22b and 25 by the side of rotation are formed in the outermost edge part so that said four dynamic pressure bearings 16a, 16b, 22a, and 22b may be pinched from shaft-orientations both sides.

[0038] Among each of these capillary tube seal sections 31a and 31b, capillary tube seal section 31b of the illustration bottom is prepared in the shaft-orientations outer edge part (illustration lower limit part) of a bearing sleeve 22, and, more specifically, is formed by making narrow the clearance between the inner circle wall of the illustration lower limit part of the bearing sleeve 22 concerned, and the peripheral face of said fixed shaft 12. Therefore, while the narrow clearance which constitutes capillary tube seal section 31b of this illustration bottom is opened for free passage by the clearance which constitutes radial dynamic pressure bearing 22b of the illustration bottom, a crevice which expands a clearance to the free passage part of this capillary tube seal section 31b and radial dynamic pressure bearing 22b is not prepared.

[0039] On the other hand, capillary tube seal section 31a of an illustration top is formed of the clearance between the thrust pressure plates 25 and the fixed shafts 12 which constitute thrust dynamic pressure bearing 16a, and is formed by making narrow the clearance between the inner circle walls of the thrust pressure plate 25 and the peripheral faces of the fixed shaft 12 which were mentioned above.

[0040] Each capillary tube seal sections 31a and 31b of these illustration vertical both sides are formed in accordance with shaft orientations so that the narrow clearance which constitutes the capillary tube seal sections 31a and 31b concerned may carry out opening to a way outside the illustration upper and lower sides. And the inner circle wall of the thrust pressure plate 25 which has met the fixed shaft 12 side respectively so that the narrow clearance between each of these capillary tube seal sections 31a and 31b may be constituted, And the inner circle wall of the illustration bottom of a bearing sleeve 22 It is formed in the inclination wall A so that the dimension of the above-mentioned clearance may be continuously expanded toward the method of the outside of shaft orientations, and the part where the dimension of this narrow clearance expanded continuously

is 300 micrometers from 20 micrometers is made into the capillary tube seal sections 31a and 31b.

[0041] Although the bearing space part between two above-mentioned capillary tube seal sections 31a containing four dynamic pressure bearings 16a, 16b, 22a, and 22b and 31b is continuously filled up with lubricant as mentioned above The location of an each oil level in the illustration vertical edge of lubricant, i.e., a gas-liquid interface, is set up so that it may become the internal predetermined location of each capillary tube seal sections 31a and 31b.

[0042] For example, in capillary tube seal section 31a of the illustration bottom shown in drawing 2 , it applies to capillary tube seal section 31a from radial dynamic pressure bearing 22a of an illustration top, and fills up with lubricant 32 continuously, and gas-liquid interface 32a of this lubricant 32 is arranged in the location in the middle of the interior of the above-mentioned capillary tube seal section 31a.

[0043] Moreover, 1st corner 25a which has an oil-repellent function is prepared in the inclination wall A of the thrust pressure plate 25 which is forming capillary tube seal section 31a of an illustration top over the perimeter. This 1st corner 25a is interior angle [of the 1st corner 25a concerned] theta (e) while being prepared in the part of an about [a lateral part], i.e., an illustration top, from gas-liquid interface 32a of the lubricant 32 mentioned above. It is set up within the limits of 90 degrees thru/or 160 degrees.

[0044] this time -- interior angle [of corner 25a of the above 1st] theta (e) (deg) While receiving and setting distance in radial [between the peripheral face of the fixed shaft 12, and 1st corner 25a] to a (mm) It is omega (rad/sec) about the angular rate of rotation of the Rota group [as opposed to / set the radius of the fixed shaft 12 to r (mm), and / the fixed shaft 12] 2. When it carries out, corner 25a of the above 1st is $50/a^2$, and $(1+\cos\theta(e)) > r/\omega^2$... It is formed so that ** may be satisfied.

[0045] Upper type ** is drawn by the operation based on the experimental result shown in drawing 3 , and associates the force which supports lubricant 32 with the surface tension of corner 25a of the above 1st, and the centrifugal force which joins lubricant 32. That is, if the centrifugal force by rotation joins the lubricant 32 in capillary tube seal section 31a, in proportion to magnitude, lubricant 32 will serve as a configuration which rose in 1st corner 25a from the condition which supports lubricant 32 with surface tension by 1st corner 25a at the centrifugal force. And the extreme situation (the maximum condition of climax) is in the condition whose climax thickness in 1st corner 25a corresponds with the clearance dimension of corner 25a and the fixed shaft 12. Therefore, in this extreme situation, if it sets up as lubricant 32 is supported by 1st corner 25a, the external leakage of lubricant 32 will be prevented completely.

[0046] The force which the oil film in 1st corner 25a supports can be expressed with the surface tension gamma of lubricant 32, and a product with the contact angle theta. Moreover, the centrifugal force which joins the lubricant 32 in the extreme situation mentioned above can express the angular rate of rotation with the function of omega, a shaft diameter r, the clearance dimension a, and the specific gravity rho of lubricant. Since the surface tension gamma of common lubricant is in the range of about 25 mN/s thru/or 30 mN/m at this time, if insurance is seen and value 25 mN/m of a low side is considered as central value, the obtained result can be applied to almost all lubricant. Since the same is said of specific gravity rho and much lubricant takes the value of 0.8 thru/or 1.0, it can be made to represent with 1.0.

[0047] such an idea -- being based -- interior angle [of 1st corner 25a] theta (e) And (**180-degree-theta) Clearance a and the bearing conditions r and omega2 Relation was investigated, it asked for the diagram as shown in drawing 3 by an experiment and the operation, and formula [after mentioning above from now on] ** was drawn. That is, the rotational frequency of Rota in the extreme situation which drawing 3 mentioned above (axis of abscissa: rpm), interior angle [of 1st corner 25a] theta (e) (axis of ordinate: deg) relation -- a shaft diameter r -- as a parameter -- asking -- for example, the clearance a -- 0.1mm -- carrying out -- interior angle [of 1st corner 25a] theta (e) If it was set as about 90 degrees It turns out that 4mm and a rotational frequency omega do not start [a shaft diameter r] an oil spillage on the bearing conditions of 15000rpm, either. In addition, in this operation gestalt, the distance a radial [between 1st corner 25a and the peripheral face of the fixed shaft 12] is set as 0.5mm or less.

[0048] Furthermore, 1st corner 25b which has the same configuration also into the lower limit part of the bearing sleeve 22 which is forming capillary tube seal section 31b of the illustration bottom is prepared in the part of an about [a lateral part], i.e., the illustration bottom, from the gas-liquid interface of lubricant.

[0049] On the other hand, 2nd still more nearly another corner 25c and 25d is formed in the outside of the above-mentioned corners 25a and 25b through other inclination slot A' at the perimeter. Although this 2nd corner 25c and 25d does not satisfy the formula mentioned above, even if lubricant should not be stood by the 1st corner 25a and 25b mentioned above, either, the lubricant transmitted in inclination wall surface A' is constituted so that external leakage may be prevented with corner [2nd / c / 25 / and 25d] surface tension.

[0050] clear from formula ** mentioned above -- as -- interior angle [of 1st corner 25a] theta (e) In many

cases, it can be set as an obtuse angle 90 degrees or more by setup of Clearance a and a shaft diameter r, and the 2nd corner 25c and 25d of the above can be formed by this. Interior angle [of 1st corner 25a] theta (e) If are set up correctly and the external leakage of lubricant will be original, it does not occur, but when the initial injection rate of lubricant was not proper, or when the big impulse force beyond original spec. is added, there is a possibility of producing external leakage. Since a disk will be soiled and impossible invitation of operation may be carried out, when it leaks out of a motor even if it is the lubricant of a minute amount in using for the drive of a hard disk especially, even if it is the case where the external force more than spec. is added even if, it is desirable by forming such 2nd corner 25c and 25d to consider as the structure of preventing the external leakage of lubricant.

[0051] Although the 2nd corner 25c and 25d is formed from such a viewpoint, since it is thought that the lubricant which begins to leak to this 2nd corner 25c and 25d is little, it is not necessary to give a constraint strong against this 2nd corner 25c and 25d, therefore a corner [2nd /c / 25 / and 25d] interior angle can be set as a comparatively big include angle.

[0052] Moreover, in addition to the 1st Corners 25a and 25b and 2nd corner 25c and 25d which were prepared in the outer case side 25, i.e., thrust pressure plate, and bearing-sleeve 22 side, with the operation gestalt mentioned above, the 1st Corners 12a and 12b and 2nd corner 12c and 12d are prepared also in the fixed shaft 12 side. The 1st Corners 12a and 12b and 2nd corner 12c and 12d by the side of these fixed shaft 12 are formed of the opening edge of circular-sulcus 12e cut in the periphery section of the fixed shaft 12.

[0053] the 1st corner 25a and 25b by which the 1st Corners 12a and 12b and 2nd corner 12c and 12d by the side of the above-mentioned fixed shaft 12 were prepared in the thrust pressure plate 25 and bearing-sleeve 22 side at this time, and the 2nd corner 25c and 25d -- respectively -- ** -- abbreviation -- it is arranged in the same height location, and as each counters radial, it is prepared by this.

[0054] According to thus, the surface tension operation of the 1st corner 25a and 25b which was prepared in the capillary tube seal sections 31a and 31b according to this operation gestalt equipment The lubricant 32 which is going to flow out along with the inclination wall surface of the capillary tube seal sections 31a and 31b is held in the 1st corner 25a and 25b of the above, and the seal function of the capillary tube seal sections 31a and 31b is maintained good.

[0055] In addition, in the hydrodynamic bearing equipment already known, some the corner and the like are indicated to be are in the inclined plane which constitutes the seal section. For example, the inclined plane of the seal section is adjoined, the sulculus is formed in JP,58-50321,A, and the corniform part is formed in the edge of an inclined plane of the edge of the sulculus. However, according to the explanation in the official report concerned, lubricant collects, and this sulculus constitutes the section and has the lubricant supply function to an inclined plane. Therefore, the corniform edge in this sulculus is interior angle theta (e) which does not prevent lubricant flow like the corner of the invention in this application, and was moreover expressed with formula **. It is not satisfied, either.

[0056] The 1st corner 25a and 25b prepared in such the capillary tube seal sections 31a and 31b is formed easily and proper by being set up so that formula ** mentioned above may be satisfied.

[0057] Furthermore, if the 2nd corner 25c and 25d is arranged on the outside of the 1st corner 25a and 25b, even when lubricant 32 will have passed the 1st corner 25a and 25b like the above-mentioned operation gestalt, the leakage of lubricant is certainly prevented by the 2nd corner 25c and 25d.

[0058] Since the 1st Corners 12a and 12b and 2nd corner 12c and 12d are prepared also in the fixed shaft 12 side with this operation gestalt further again as the 1st corner 25a and 25b of the above and the 2nd corner 25c and 25d are countered Effective leakage prevention is attained also to the case where the oil level of lubricant 32 has moved outside by strong impulse force at the time of a halt similarly while oozing and preventing **, expansion of lubricant, etc. by diffusion of the lubricant 32 especially at the time of a halt etc. In this case, since the 2nd corner 12c and 12d of the above is formed in two places, the pars basilaris ossis occipitalis of circular-sulcus 12e, and a shaft surface, after the leakage of the lubricant which has passed the 1st corner by these two corners is first prevented by the corner by the side of a pars basilaris ossis occipitalis, it is further prevented good by the corner by the side of a shaft surface.

[0059] At this time, it is not easy to form each corner mentioned above so that it may have an ideal edge. In order to raise the contact angle of lubricant, although the more sharp one of finishing of a corner is desirable, if there are the weld flash 41 as shown in drawing 4 (a), a chip, etc., the capillary tube force strong against the part will act, and it will become an opposite effect on the contrary. The following can be considered as an example of processing which can mass-produce stably and can acquire an effective contact angle.

[0060] First, trimming becomes indispensable when cutters, such as ball-race processing, are used. When beveling 42 is performed as a trimming means in this case as shown in drawing 4 (b) although there were a

barrel, beveling, etc., it is the apparent include angle theta 1. It receives and is the effective include angle theta 2. It will become small. Moreover, when barrel processing 43 is performed as shown in drawing 4 (c), a corner is roundish and evaluation of an effective include angle becomes difficult. In this case, although effect was received also in the roughness of the field which constitutes a corner, if radius of curvature was about 0.1mm, the difference with an apparent include angle was small, and it was checked practically that it is satisfactory. Moreover, what is necessary is just to make 0.1mm or less similarly to the radius of curvature by the side of metal mold, when fabricating using metal mold, such as injection molding and forging.

[0061] In addition, with this operation gestalt, since the absorption cloth 26 for carrying out the last capture of the lubricant 32 is arranged in addition to each above-mentioned corners 25a, 25b, 25c, 25d, 12a, 12b, 12c, and 12d and the last capture of lubricant 32 is performed by the absorption cloth 26 even if it is an emergency case, external scattering of lubricant 32 is lost certainly.

[0062] On the other hand, with the operation gestalt shown in drawing 5, circular-sulcus 25e is formed in the inclination wall B by the side of [25] an outer case (i.e., a thrust pressure plate), and the 1st 25f of corners and 25g of the 2nd corner are formed of the double door peristome of this circular-sulcus 25e. moreover, like the operation gestalt mentioned above, circular-sulcus 12e is formed also in the fixed shaft 12 side, and the 1st corner 12a and 2nd corner 12c form by the double door peristome of the circular-sulcus 12e -- having --- **** --- these every -- the 1st Corners 25f and 12a and 2nd corner 25g and 12c -- abbreviation -- it is arranged so that it may counter radial in the same height. Also in such operation gestalt equipment, the same operation and effectiveness as the above-mentioned operation gestalt can be acquired, and the 2nd corner 25 and 12c has the operation already explained in drawing 2 at this time.

[0063] Moreover, the operation gestalt shown in drawing 6 applies this invention to thrust bearing, the thrust plate 45 fixed to the shaft 42 is arranged so that shaft orientations may be met to the thrust supporting plate 46, and thrust dynamic pressure bearing is formed in the clearance between both [these] the members 45 and 46. Opposite arrangement of the thrust plate 45 and the thrust supporting plate 46 in the part which constitutes this thrust dynamic pressure bearing is carried out through the several micrometers clearance, and while the predetermined lubricant 52 which consists of oil, a magnetic fluid, etc. intervenes in the clearance concerned, the slot for thrust dynamic pressure generating of a predetermined configuration is annularly cut in one side at least among both the opposed faces of the thrust plate 45 and the thrust supporting plate 46. And it is constituted so that axial support of the thrust direction may be performed by the dynamic pressure which the pressure up of the lubricant 52 was carried out by the pumping operation of the slot for thrust dynamic pressure generating at the time of rotation, and dynamic pressure produced, and was produced by this lubricant.

[0064] Capillary tube seal section 41a which comes it narrow to carry out the clearance between said thrust plates 45 and thrust supporting plates 46 is prepared in the outermost edge part of the bearing space containing this thrust dynamic pressure bearing. The thrust plate 45 which constitutes this capillary tube seal section 41a has the inclination wall C, and the dimension of the above-mentioned clearance is continuously expanded to the method of the outside of radial in ***** with this inclination wall C. 52a is set as the internal predetermined location of the above-mentioned capillary tube seal section 41a for the oil level of lubricant 52, i.e., a gas-liquid interface.

[0065] And circular-sulcus 46a is cut in the wall surface of the thrust supporting plate 46 which is forming the above-mentioned capillary tube seal section 41a, and the 1st corner 46b and 2nd corner 46c are formed of the double door peristome of this circular-sulcus 46a.

[0066] According to such operation gestalt equipment, according to a surface tension operation of the 1st corner 46b prepared in capillary tube seal section 41a, and 2nd corner 46c The lubricant 52 which is going to flow out along with the inclination wall surface of capillary tube seal section 41a is held in 1st corner of the above 46a, and 2nd corner 46c, and the seal function of capillary tube seal section 41a is maintained good.

[0067] As mentioned above, although the operation gestalt of invention made by this invention person was explained concretely, it cannot be variously overemphasized in the range which this invention is not limited to the above-mentioned operation gestalt, and does not deviate from the summary that it is deformable.

[0068] For example, although the corner is prepared in the both sides of the shaft which forms the clearance between dynamic pressure bearings, and an outer case with the operation gestalt mentioned above, preparing only in any or one side is also possible.

[0069] Moreover, although the operation gestalt mentioned above applies this invention to the so-called motor of an axial cover half, this invention is applicable similarly to the motor of an axial rotation mold.

[0070] This invention can be similarly applied further again to the hydrodynamic bearing equipment used in addition to the HDD motor mentioned above.

[0071]

[Effect of the Invention] The shaft which forms the clearance between dynamic pressure bearings as stated above, and an outer case at least this invention to one side Prepare the corner which has an oil-repellent function at least in a lateral part from the gas-liquid interface of lubricant, and the lubricant which is going to flow out along with the inclination wall surface of the capillary tube seal section according to a surface tension operation of this corner is held in a corner. Since it constitutes so that the seal function of the capillary tube seal section may be maintained good, with structure [that it is simple and low cost] Reinforcement can be attained preventing lubricant leakage good, moreover the applicability of hydrodynamic bearing equipment can be expanded, and the dependability of hydrodynamic bearing equipment can be raised by leaps and bounds.

[0072] And such a corner can be formed easily and proper by setting up so that a formula according to claim 2 may be satisfied.

[0073] Furthermore, if the 2nd corner which has an oil-repellent operation on the outside of a corner according to claim 1 is used together like invention according to claim 3, even when lubricant will have passed the 1st corner, the leakage of lubricant is certainly prevented by the 2nd corner, and the effect of the invention concerning claim 1 mentioned above can be raised further.

[0074] Like invention according to claim 4, if it prepares so that the both sides of a shaft and an outer case may be countered in a corner, while being based on diffusion of the lubricant especially at the time of a halt etc., oozing and preventing **, further again The effect of the invention concerning claim 1 which became possible and mentioned effective leakage prevention above also to the case where the oil level has similarly moved outside by the strong impulse force at the time of a halt, expansion of lubricant, etc. can be raised further.

[0075] On the other hand, like invention according to claim 5, since the last capture of lubricant will be performed by the absorption cloth even if it is an emergency case if the absorption cloth for capturing lubricant is arranged in addition to the corner mentioned above, external scattering of lubricant is lost certainly.

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is a cross-section explanatory view showing an example of the HDD spindle motor equipped with the hydrodynamic bearing equipment concerning 1 operation gestalt of this invention.

[Drawing 2] It is the cross-section explanatory view which expanded and expressed the important section of this invention.

[Drawing 3] The force which supports lubricant with the surface tension of a corner, and the centrifugal force which joins lubricant are associated, and it is interior angle [of a corner] theta (e). It is a diagram showing the experimental result which investigated relation with bearing conditions.

[Drawing 4] It is a cross-section explanatory view explaining the processing condition of a corner.

[Drawing 5] It is a cross-section explanatory view showing the important section of the hydrodynamic bearing equipment concerning other operation gestalten of this invention of drawing 2.

[Drawing 6] It is a cross-section explanatory view showing the important section of the hydrodynamic bearing equipment concerning the operation gestalt of further others of this invention of drawing 2.

[Description of Notations]

12 Fixed Shaft

22 Bearing Sleeve (Outer Case)

25 Thrust Pressure Plate

12a, 12b, 25a, 25b, 25f, 46b The 1st corner

12c, 12d, 25c, 25d, 25g, 46c The 2nd corner

26 Absorption Cloth

31a, 31b, 41a Capillary tube seal section

32 52 Lubricant

32a, 52a Gas-liquid interface

[Translation done.]

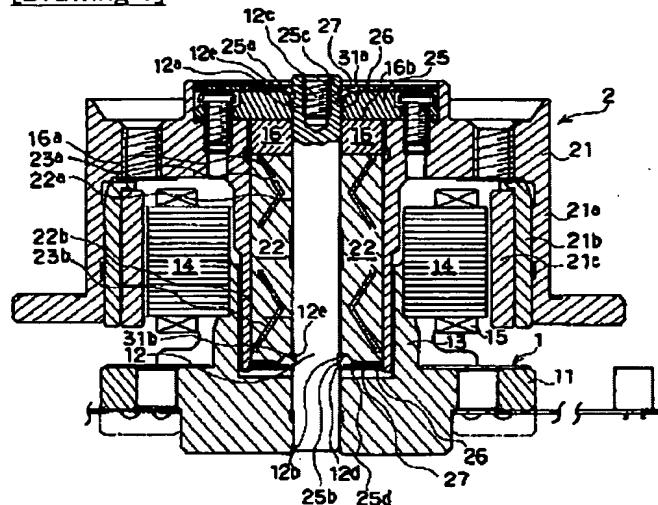
* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

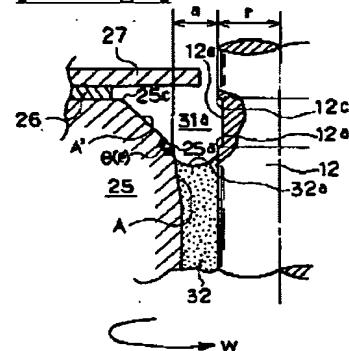
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

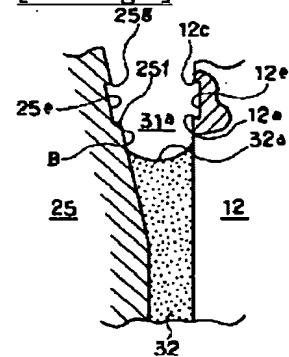
[Drawing 1]



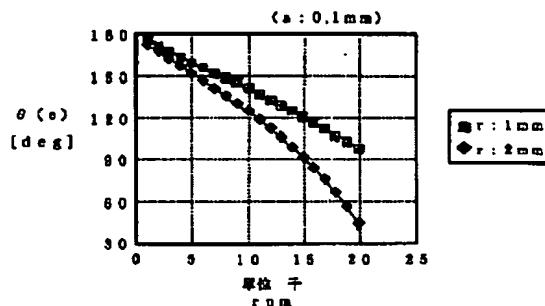
[Drawing 2]



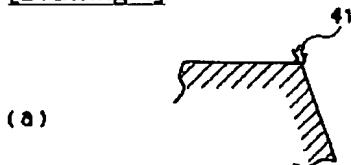
[Drawing 5]



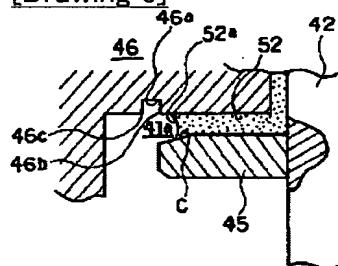
[Drawing 3]



[Drawing 4]



[Drawing 6]



[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CORRECTION OR AMENDMENT

[Kind of official gazette] Printing of amendment by the convention of 2 of Article 17 of Patent Law
 [Section partition] The 2nd partition of the 5th section
 [Publication date] February 23, Heisei 13 (2001. 2.23)

[Publication No.] JP,10-73126,A
 [Date of Publication] March 17, Heisei 10 (1998. 3.17)
 [Annual volume number] Open patent official report 10-732
 [Application number] Japanese Patent Application No. 8-247009
 [The 7th edition of International Patent Classification]

F16C 17/04

[FI]

F16C 17/04 A

[Procedure revision]
 [Filing Date] October 26, Heisei 11 (1999. 10.26)
 [Procedure amendment 1]
 [Document to be Amended] Specification
 [Item(s) to be Amended] 0030
 [Method of Amendment] Modification
 [Proposed Amendment]
 [0030] In addition, in pouring such lubricant into the interior of bearing, the motor which assembly completed is once put in in a vacuum chamber, and where [the] vacuum suction is carried out, it carries out using the capillary tube force or external atmospheric pressure. If it does in this way, a content air rate will become possible [filling lubricant with a low condition inside / whole / bearing].
 [Procedure amendment 2]
 [Document to be Amended] Specification
 [Item(s) to be Amended] 0039
 [Method of Amendment] Modification
 [Proposed Amendment]
 [0039] On the other hand, capillary tube seal section 31a of an illustration top is formed of the clearance between the thrust pressure plates 25 and the fixed shafts 12 which constitute thrust dynamic pressure bearing 16b, and is formed by making narrow the clearance between the inner circle walls of the thrust pressure plate 25 and the peripheral faces of the fixed shaft 12 which were mentioned above.
 [Procedure amendment 3]
 [Document to be Amended] Specification
 [Item(s) to be Amended] 0045
 [Method of Amendment] Modification
 [Proposed Amendment]
 [0045] Upper type ** is drawn by the operation based on the experimental result shown in drawing 3, and associates the force which supports lubricant 32 with the surface tension of corner 25a of the above 1st, and the centrifugal force which joins lubricant 32. That is, if the centrifugal force by rotation joins the lubricant 32 in capillary tube seal section 31a, in proportion to the magnitude of the centrifugal force, lubricant 32 will serve

as a configuration which rose in 1st corner 25a from the condition which supports lubricant 32 with surface tension by 1st corner 25a. And the extreme situation (the maximum condition of climax) is in the condition whose climax thickness in 1st corner 25a corresponds with the clearance dimension of corner 25a and the fixed shaft 12. Therefore, in this extreme situation, if it sets up as lubricant 32 is supported by 1st corner 25a, the external leakage of lubricant 32 will be prevented completely.

[Procedure amendment 4]

[Document to be Amended] Specification

[Item(s) to be Amended] 0049

[Method of Amendment] Modification

[Proposed Amendment]

[0049] On the other hand, 2nd still more nearly another corner 25c and 25d is formed in the outside of the above-mentioned corners 25a and 25b through other inclination slot A' at the perimeter. Although this 2nd corner 25c and 25d does not satisfy the formula mentioned above, even if lubricant should not be stood by the 1st corner 25a and 25b mentioned above, the lubricant transmitted in inclination wall surface A' is constituted so that external leakage may be prevented with corner [2nd /c / 25 / and 25d] surface tension.

[Procedure amendment 5]

[Document to be Amended] Specification

[Item(s) to be Amended] 0074

[Method of Amendment] Modification

[Proposed Amendment]

[0074] If it prepares so that the both sides of a shaft and an outer case may be countered in a corner, while being based on diffusion of the lubricant especially at the time of a halt etc., oozing and preventing ** like invention according to claim 4 further again, Effective leakage prevention can be attained also to the case where the oil level has similarly moved outside by the strong impulse force at the time of a halt, expansion of lubricant, etc., and the effect of the invention concerning claim 1 mentioned above can be raised further.

[Translation done.]